Vereinigung beider nicht stattfinden kann. Um die nahe Verwandtschaft beider Gattungen zum Ausdruck zu bringen, habe ich vorliegendes Genus mit dem Namen *Paramoraria* belegt. Als Species habe ich diese Harpacticidenform nach Prof. G. W. Müller, Greifswald, benannt, um dadurch gleichzeitig für die mir erwiesenen Unterstützungen und Ratschläge meinen Dank abzustatten.

Als Erkennungsmerkmal dieser Art gelten, wie aus meiner Beschreibung auch hervorgeht, vor allem die mit der beborsteten, lamellenförmig erscheinenden Chitinleiste versehenen Furcaläste, der reduzierte, apicale Borstenbesatz derselben, der zweireihige Borstenbesatz der Abdominalsegmente, das V. Beinpaar, das kleine, fast dreieckig erscheinende Außenastendsegment des I. Beinpaares ♀ und die Form des Innenastes vom III. und IV. Beinpaar ♂.

3. Wie erkennt und findet Cercaria intermedia nov. spec. ihren Wirt?

Von Dr. W. Wunder.

(Assistent am Zool. Institut Rostock.)

Eingeg. 22. Januar 1923.

Bei der Befruchtung werden im Pflanzenreich die Samenfäden vielfach durch chemische Reize von der Eizelle angelockt. Nach den Untersuchungen von Pfeffer stellt für die Spermatozoen der Farne Apfelsäure, für die der Lycopodien Zitronensäure, für die der Laubmoose Rohrzucker und für die der Marchantien Eiweiß ein Anlockungsmittel dar. Auch bei der Befruchtung der Tiere spielt wohl allgemein die Chemotaxis beim Auffinden des Eies durch die Spermatozoen eine große Rolle, wenn auch hier die genaue chemische Zusammensetzung der Lockmittel nicht bekannt ist. Außerdem wird jedoch hier den Spermien das Auffinden des Eies erleichtert durch das instinktive Absetzen der Geschlechtsprodukte an der gleichen Stelle bei äußerer Befruchtung und durch ihr enges Zusammenbringen bei der Begattung. Anderseits läßt die außerordentliche Kleinheit der Samenfäden den Weg zum Ei im Verhältnis recht groß erscheinen.

Sicher nicht kleinere Schwierigkeiten, als die Spermien beim Auffinden des Eies, haben die Cercarien, jene frei umherschwärmenden Larvenstadien parasitischer Plattwürmer, zu überwinden beim Auffinden ihres Wirtes. Unter der ungeheuern Menge von Lebewesen, die einen Wassertümpel bevölkern, kommen nur ganz bestimmte Tiere als nächster Aufenthaltsort für die Wurmlarven nach dem Verlassen ihres bisherigen Wirtes (der Schnecke) in Betracht. Sie selbst zeigt als parasitischer Wurm keine besonders hohe Entwicklung der Sinnes-

organe und besitzt im vorliegenden Falle nicht einmal Augen, die ihr das Erkennen des ganz bestimmten Tieres ermöglichen könnten. Die Zeit, die zum Auffinden des Wirtes bleibt, ist sehr kurz, denn die Larve kann im freien Zustand keine Nahrung aufnehmen und stirbt nach einigen Stunden oder längstens einem Tag. Dazu kommt ihre geringe Größe. Günstig ist allein die große Zahl der Cercarien, die eine Schnecke täglich verläßt, ein Vorgang, der oft monatelang andauert. Doch auch die Masse der Tiere könnte für eine Infektion des richtigen Wirtes nicht garantieren, wenn nicht besondere Verhältnisse dem Trematoden sein Auffinden ermöglichen würden. Am nächstliegenden wäre es auch hier wie bei der Anlockung der Spermatozoen durch das Ei die Mitwirkung chemischer Reize anzunehmen. Daß sie aber im vorliegenden Falle keine Rolle spielen und wie den Cercarien auf andre Weise das Auffinden des Wirtes ermöglicht wird, soll auf den folgenden Zeilen dargelegt werden.

Zunächst einige Worte über den Trematoden. In einem Tümpel aus der Umgebung Rostocks fand ich in großer Zahl *Limnaea stagnalis* infiziert mit einer Cercarie mit Bohrstachel. Die Systematik dieser Wurmlarven liegt noch keineswegs einwandfrei fest, und so ist es verständlich, daß die von mir gefundenen Maße und Eigentümlichkeiten des vorliegenden Tieres zu keinem der in Brauers Süßwasserfauna von Lühe in Bd. 17, Trematoden, angegebenen Tiere stimmen. Da nun über lokale Variationen und Größenschwankungen unter verschiedenen Bedingungen keine Untersuchungen bei den Tieren vorliegen, die Körpergröße jedoch neben einigen andern Maßen mit ein Hauptanhaltspunkt für die Bestimmung der Cercarien ist, so fühle ich mich nicht berechtigt, das vorliegende Tier einer sehr ähnlichen Cercarienart als Varietät zuzurechnen, veranlaßt durch günstige oder ungünstige Lebensbedingungen oder durch einen andern Wirt. Ich halte es für den kleineren Fehler, wenn ich dem Tier, das in seiner Größe in der Mitte steht zwischen den *Cercariae armatae* und den *C. microcotylae*, den Namen *Cercaria intermedia* nova species gebe.

Am nächsten steht die Cercarie ohne Zweifel der von Ssinitzin in der Gegend von Warschau gefundenen *Cercaria secunda* Ssinitzin, doch ist sie kleiner, zeigt nicht die für *C. secunda* so charakteristischen Sinneshaare; auch weicht die Form der Excretionsblase und des Bohrstachels ab, während der Wurm anderseits ebenso wie *C. secunda* in *Corethra*- und Ephemeridenlarven eindringt.

Als charakteristische Eigentümlichkeiten für die Trematodenlarve sei folgendes angeführt:

1) *Limnaea stagnalis* dient als erster Wirt. Die Parasiten kommen in der Leber vor.

2) Sie entstehen in gelben Sporocysten von unregelmäßiger Gestalt.

Länge: 0,814—1,224 mm.
Breite: 0,102 mm an den dünnen eingeschnürten Stellen, wo keine Cercarien liegen,
0,224—0,265 mm an den dicken, mit 6—8 Cercarien gefüllten Stellen.
Wanddicke, dort, wo keine Cercarien liegen, 0,015 mm, sonst 0,003—0,006 mm.

3) Cercarien:
Körper lang: 0,204—0,244 mm
breit: 0,041—0,102 -
Mundsaugnapf breit: 0,069 mm
Bauchsaugnapf breit: 0,055 mm.
Bohrstachel: lang: 0,030—0,036 mm.
An der Basis der Spitze vorn oben mit zwei seitlichen Verdickungen, außerdem noch am Hinterende etwas verdickt.
Schwanz: lang: 0,142 mm
breit: 0,020 - .
Schwanzansatz in den Körper etwas eingezogen.

Um das Verhalten der *C. intermedia* etwas klarer darstellen zu können, soll auf den folgenden Zeilen unterschieden werden zwischen dem »Erkennen des Wirtes« und dem »Auffinden des Wirtes«. Betrachten wir also zunächst das Verhalten von *C. intermedia*, wenn sie zu ihrem Wirt kommt, ohne Rücksicht darauf, wie sie ihn gefunden hat. Am besten wählen wir zu diesem Zweck die durch ihre Durchsichtigkeit zur Beobachtung sehr geeigneten *Corethra*-Larven[1]. Bringen wir eine solche Insektenlarve auf einen Objektträger mit Deckgläschen unter das Mikroskop und setzen Wasser mit Cercarien zu, so sehen wir, wie sich nach kurzer Zeit eine Menge von Parasiten auf der Oberfläche ansammelt. Die im Wasser umherschwärmenden Trematodenlarven halten inne mit ihren zitternden Ruderbewegungen, lassen sich auf dem Chitinpanzer des Insekts nieder und kriechen umher. Die *Corethra*-Larve versucht die Cercarien durch rasche Schleuderbewegungen von ihrem Körper abzuschütteln, woran sie unter dem Deckgläschen natürlich stark gehemmt wird. Es sind infolgedessen die Bedingungen extrem günstig für die Cercarien, besonders dann, wenn man sie in großer Zahl zusetzt. Schon nach kurzer Zeit (einigen Minuten) zeigen die Trematoden ein ganz charakteristisches Verhalten. Sie heften sich nämlich nun in größerer Zahl an den weicheren Gelenkstellen des Körpers mit ihren Saugnäpfen fest und treffen Vorbereitungen zum Eindringen ins Innere. Aus den Stacheldrüsen, die zu beiden Seiten des Bohrstachels am Mundsaugnapf ausmünden, wird durch wellenförmige Bewegungen des

[1] Wir sind hier deshalb berechtigt von einem echten Wirt zu sprechen, weil es der Wurmlarve nicht nur gelingt in das Tier einzudringen, sondern weil sie sich dort einkapseln kann und monatelang in diesem Zustand lebt, während sie sonst schon nach einigen Stunden zugrunde geht.

Vorderkörpers ein helles Secret ausgepreßt, das einen ovalen Fleck im Chitinpanzer des Insektes aufweicht. Die Cercarie verharrt mit ihrem Vorderkörper durch die beiden Saugnäpfe der *Corethra* dicht angepreßt längere Zeit, oft 5 Minuten lang. Man sieht die Drüsenausführungsgänge mit hellem Secret erfüllt, und auch die Ränder des aufgeweichten Fleckes werden deutlich, wenn das Tier geringe Bewegungen macht. Der Bohrstachel wird während dieser Zeit fast völlig ruhig gehalten und führt nur ab und zu tastende Bewegungen nach vorn aus. Ist das Chitin genügend von dem Secret angegriffen, so gibt der aufgeweichte Panzer an der Stelle nach und dellt sich nach innen ein. Die Cercarie braucht sich gar nicht oder nur wenig durchzupressen, denn die Öffnung ist fast so breit als ihr Körper. Ist die Cercarie zur Hälfte oder $^3/_4$ in das Innere des Insekts vorgedrungen, so wirft sie den Schwanz ab und läßt ihn außen liegen. Nach dem Eindringen des Parasiten schließt sich die Öffnung im Chitin wieder, indem die offenbar noch weiche Masse zusammensinkt, und nach kurzer Zeit ist von dem Loch nichts mehr zu sehen.

Lernten wir so das Eindringen von *C. intermedia* in die *Corethra*-Larve an der Gelenkstelle kennen, so läuft der Vorgang seltener etwas anders ab, wenn der Parasit sich nämlich an einer festeren Stelle des Chitinpanzers festgesetzt hat. In diesem Falle gibt das Chitin nicht nach 5 Minuten schon nach, wie es oben geschildert wurde, sondern das Secret der Stacheldrüsen ist nun nicht fähig den Panzer glatt aufzuweichen. Sehr schön kann man beobachten, wie nun der Bohrstachel lebhaft in Tätigkeit tritt und vorgestoßen wird. Aber trotz der viel größeren aufgewandten Mühe und der viel längeren Zeit ($^1/_4$—$^1/_2$ Stunde) gelingt es nun nicht mehr dem Parasiten ein so großes Loch herzustellen, durch das er bequem eindringen könnte, er muß sich vielmehr durch eine enge Öffnung mühevoll durchpressen. Aber auch nun wird nicht etwa der Schwanz an der engen Eingangsstelle abgeklemmt, sondern er wird schon viel früher, als es dem Tier gelingt einzudringen, abgeworfen. Es ist oft ein zäher Kampf, der ausgefochten wird von dem Wurm, bis es ihm endlich gelingt einzudringen. Hat er sich noch nicht ganz festgesetzt, sondern erst einige Minuten lang Einbohrungsversuche gemacht, so kann er auch nochmals den Platz wechseln. Wenn er jedoch einmal den Schwanz abgeworfen hat, läßt er nicht mehr los. Hat er sich doch damit seines Fortbewegungsorgans fürs freie Wasser beraubt und sich selbst jeden andern Weg abgeschnitten.

Der Infektionsvorgang läuft selbstverständlich im Freien etwas anders ab als auf dem Objektträger, wo die *Corethra*-Larve vollständig in ihren Bewegungen gehemmt ist. Durch lebhafte Schleuder-

bewegungen mit seinem wurmförmigen Körper versucht das Insekt die Parasiten abzuwerfen, und sie können sich erst dann an den glatteren, dickeren Chitinstellen festhalten, wenn der Wirt ermattet, während es ihnen schon viel früher gelingt sich an den Gelenkhäuten festzuheften, um ins Innere durchzubrechen. Es läßt sich dies alles schön beobachten.

Auf den vorhergehenden Zeilen wird also den Stacheldrüsen die Hauptbedeutung beim Eindringen der *C. intermedia* in ihren Wirt zugeschrieben. Während an dünnen Chitinstellen (den Gelenkhäuten) normalerweise das Secret allein die Durchtrittsstelle aufweicht, muß an härteren Chitinteilen noch die Tätigkeit des Bohrstachels hinzukommen. Diese Schilderung steht im Gegensatz zu den Angaben von Ssinizin, der bei einer andern ähnlichen Cercarie den Bohrstachel allein das Eindringen besorgen läßt, und zu denen Schwarzes, der das Stacheldrüsensecret als Cystenmaterial deutet. Seine Angabe, daß nach der Encystierung kein Secret mehr in der Drüse ist, erklärt sich wohl so, daß der Encystierung das Eindringen in den Wirt vorausgegangen ist, ein Vorgang, bei dem das Secret aufgebraucht wurde.

Was nun allerdings die Bildung des Cystenmaterials anlangt, so muß ich gestehen, daß mir hier leider nur unvollständige Angaben möglich sind. Es entsteht höchstwahrscheinlich auf der ganzen Körperoberfläche des Tieres und ist, wenn überhaupt zur Zeit des Eindringens schon vorhanden, in Form einer Vorstufe anwesend. So viel ist sicher, daß sich das Tier nicht sofort encystiert, sondern daß es die beweglichen Gelenkstellen verlassend die Segmentmitten aufsucht, wo es selbst, durch die dickere Chitinhülle gut geschützt, den Wirt in seinen Bewegungen nicht weiter belästigend noch von ihm belästigt, sich aufhalten kann. Es vergeht nach dem Eindringen bis zur Encystierung mindestens 1 Stunde Zeit, und es hängt offenbar die Hüllbildung ab von der Einwirkung der Körpersäfte des Wirtes. So erfolgt sie an verschiedenen Körperstellen verschieden rasch, z. B. fanden sich bei gleichzeitigem Eindringen der Parasiten am Kopf schon Cysten, wenn am übrigen Tier noch alle Cercarien frei im Innern umherkrochen.

Daß überhaupt der Wirt von größter Bedeutung für die Cystenbildung bei *C. intermedia* ist, geht daraus hervor, daß von ein und demselben Tier in verschiedenen Wirten verschieden große und verschieden geformte Cysten entstehen.

Für *C. intermedia* kommt als zweiter Wirt nicht nur *Corethra* in Frage, sondern eine ganze Menge Insektenlarven, die gerade zur Verfügung standen, konnten infiziert werden. Bei den verschiedenen

Tieren, die als künftiger Wohnort des Parasiten dienen können, kommen nun zwei charakteristische Cystenformen von *C. intermedia* vor, die ich nach den Hauptvertretern der Wirte als *Corethra*- und Ephemeridencyste bezeichne. Es sollen hier einige Angaben über die Verschiedenheiten gemacht werden. Messungen an Cysten:

Corethra-Cyste	Ephemeridencyste
lang: 138; 128,8; 114,2 μ;	lang: 119,6; 128,8; 119,6 μ;
breit: 94,3; 101,2; 101,2 μ;	breit: 101,2; 101,2; 101,2 μ;
Gallerthülle von ovaler Form:	Pigmenthülle von runder Form.
lang: 174,8; 161,0; 138 μ;	Durchmesser ungefähr 130 μ.
breit: 110,4; 115,0; 110,5 μ.	

Die Größe der Innenhülle ist also in beiden Fällen etwa gleich. Durch darumgelagerte Außenhüllen erscheinen die Cysten jedoch sehr verschieden, und zwar verhält sich die Sache so:

Um die *Corethra*-Cyste lagert sich eine ovale, gallertige helle Außenhülle von 4,6 μ kleinster und 18 μ größter Wanddicke.

Um die Ephemeridencyste wird verschieden stark in den einzelnen Körperbezirken braunes und schwarzes Pigment rundum gleichmäßig abgelagert, das nach einigen Tagen, denn es wird sehr langsam dichter, die Cyste den Blicken vollkommen entzieht.

Wir gehen wohl nicht irre, wenn wir für die Bildung der Außenhülle in beiden Fällen den Wirt verantwortlich machen.

Nebenbei sei bemerkt, daß die Cyste einen außerordentlich guten Schutz für den Trematoden darstellt. In toten, selbst modernden und faulenden Wirtstieren bleiben die eingekapselten Parasiten lange Zeit am Leben, und sie passierten den ganzen Verdauungstractus junger Laubfrösche und erschienen unbeschädigt in den Fäkalien.

Sehen wir uns nun einmal um, in welche Tiere *C. intermedia* eindringt und sich encystiert. In der gleichen Weise wie bei *Corethra* verhält sich die Trematodenlarve bei Agrioniden-, Ephemeriden- und Wasserkäferlarven, nur daß sie bei diesen allen die Ephemeridencyste bildet. Wenn das Insekt nicht genügend festgelegt war, konnte man beobachten, wie ab und zu Cercarien, die schon ihren Schwanz abgeworfen hatten, weggeschleudert wurden. Sie kehrten dann, sich mit Hilfe ihrer Saugnäpfe spannerartig bewegend, zu dem Wirtstier zurück und machten erneute Eindringungsversuche. Außer bei den oben angeführten Tieren konnte auch noch Infektion und Ephemeridencystenbildung bei *Asellus aquaticus* festgestellt werden, doch konnten die Cercarien bei diesem Tier viel schwerer und nur in geringerer Zahl zwischen den Körpersegmenten eindringen. Interessanter ist eine andre Beobachtung, die bei einer Käferlarve an-

gestellt werden konnte. Während nämlich sonst nach einigen Stunden, spätestens jedoch am nächsten Tag, alle Trematoden im Innern encystiert sind, fanden sich in der Käferlarve noch am folgenden Tag lebende, nicht encystierte Cercarien neben encystierten. Während freilebende Cercarien am nächsten Tag tot sind, blieben die hier eingedrungenen Tiere am Leben, konnten sich jedoch nicht einkapseln. Da die Käferlarve infolge der Infektion getötet wurde, treten bei diesem Tier offenbar nach dem Tod Veränderungen der Körpersäfte ein, die dem Parasiten eine Encystierung unmöglich machen, während er sich in einer toten *Corethra* ebenso leicht encystieren kann als in einer lebenden.

Gehen wir einen Schritt weiter, so finden wir Tiere, in welche die Cercarien wohl eindringen können, in denen ihnen jedoch eine Encystierung auch während des Lebens des Wirtstieres unmöglich ist. So verhält es sich z. B. bei den Daphnien. Wie bei den *Corethra*-Larven sammelten sich die Parasiten auch bei dem Krebs an, wurden jedoch am Eindringen zwischen den beiden Schalenhälften durch die lebhaften Beinbewegungen der Daphnien verhindert. Nur einem Parasiten gelang es, dicht hinter dem Schwanz unter der Schale einzudringen, während die andern den viel mühsameren Weg durch die Schale einschlagen mußten. Wohl waren die Trematoden noch am nächsten Tag am Leben, doch war es ihnen nicht gelungen, sich einzukapseln, und sie mußten dann zugrunde gehen.

Um Aufschluß darüber zu bekommen, wie groß die Leistungsfähigkeit des Stacheldrüsensecretes sei, legte ich den Cercarien den von Flügeln, Extremitäten und Kopf befreiten Körper von *Culex pipiens* vor. Der Chitinpanzer dieses in der Luft lebenden Insekts ist so dick, daß ihn die Cercarie nicht durchbohren kann. Der Versuch war dadurch gestört, daß an den Abreißstellen der Flügel und Extremitäten ein Eindringen leichter möglich war. Die Cercarien kamen angeschwärmt, ließen sich nieder, krochen auf der Oberfläche umher, und einige setzten sich schließlich fest. Nach einer halben Stunde hatten 9 Tiere ihren Schwanz abgeworfen und sich an den oben als Fehlerquellen erwähnten Abreißstellen der Extremitäten verkrochen, nachdem sie vergeblich versucht hatten, den Panzer zu durchbohren.

Man könnte also vermuten, daß der Chitinpanzer der Insekten tactil reizend auf den Parasiten wirkt, und ist versucht, andre harte Bildungen in ihrem Einfluß auf die Reaktion der Cercarien zu studieren.

Kleine Exemplare von *Planorbis marginalis* wurden der Infektion durch *C. intermedia* ausgesetzt. Während das Verhalten der

Parasiten dem Weichkörper gegenüber erst später besprochen werden soll, gehe ich nun auf das der Schale gegenüber ein. Die Trematoden treffen auf das Schneckenhaus in ihrem Schwärmen auf, lassen sich zum Teil nieder und streben zum Teil wieder weiter. Einige setzen sich fest und scheiden ihr lösendes Secret aus. Sie werfen auch den Schwanz ab, können jedoch nicht eindringen. Zunächst ist eine große Unsicherheit in dem Verhalten der Parasiten festzustellen. Zugleich fällt jedoch noch etwas andres auf, nämlich wie sie sich einer nach dem andern richten. Offenbar werden sie durch die Wasserströmungen oder durch die Berührungen miteinander von ihrem Verhalten unterrichtet. Man kann sehen, wie zwei Tiere z. B. längere Zeit nebeneinander herkriechen und die gleichen Bewegungen ausführen. Dreht sich das eine rechts, so kommt auch das andre, wendet sich das eine weg, so auch das andre, kehrt es um, so folgt ihm das zweite. Von besonderem Einfluß scheint das Verhalten der andern noch zu sein, wo viele Cercarien zusammenkommen. Nach etwa 1 Stunde sehen wir folgendes Verhalten der Trematoden an der Schneckenschale: An einigen Punkten haben sich dichte Massen von Trematoden an der Schalenoberfläche angesammelt, die zum Teil ihre Schwänze schon abgeworfen haben. Sie saugen sich krampfhaft fest und scheiden ihr lösendes Secret ab, bohren auch mit ihrem Stachel unermüdlich umher, ohne Erfolg. Löst sich nun von dieser Menge ein Tier und schwärmt einige Zeit in der Nähe umher, so folgen ihm einige andre. Die Cercarien, welche Eindringungsversuche machen, waren in einem Fall an zwei Punkten der Schale, in einem andern an einem Punkt in großer Menge versammelt. Durch genaue Untersuchung der Schale nach dem Abpinseln der Parasiten am Schluß des Versuches konnte ich mich davon überzeugen, daß die Schale an dieser Stelle nicht günstiger zum Eindringen war, und daß kein einziger Trematode ins Innere durchgebrochen war.

Betrachteten wir bisher das Eindringen der Cercarien in Tierkörper mit festem Panzer (Chitin, Kalkschale), so wollen wir uns nun der Frage zuwenden, wie sich die Parasiten weichen Tierkörpern gegenüber verhalten, und beobachten zunächst das Verhalten dem Weichkörper der Schnecke gegenüber. Es zeigt sich, daß die Trematoden sogleich versuchen in den Weichkörper einzudringen. Nach kurzer Zeit jedoch finden wir um die Schnecke herumliegend mit Schleim verklebte Massen von Cercarien, die dem Kampf zum Opfer gefallen sind, denn es gelingt ihnen nicht mehr sich aus dem zähen Secret freizumachen. Ebensowenig wie bei dem Schneckenkörper ließ sich bei Turbellarien eine Infektion durchführen.

Etwas genauer soll noch auf das Verhalten der Cercarien einem kleinen Stichling (*Gasterosteus aculeatus*) gegenüber eingegangen werden. Die Cercarien kamen anfangs in größerer Menge zu der Haut des Fisches und wurden zum Teil wieder durch seine lebhaften Bewegungen weggeschleudert. Aber auch nachdem der Stichling festgelegt war, drangen keine Cercarien ein. Sie krochen umher und entfernten sich wieder. Nach $^1/_2$ Stunde war noch kein Schwanz abgeworfen. Etwa 2 Stunden später zeigte sich folgendes Bild: Ein großer Teil der Cercarien hatte nun doch die Schwänze verloren. Der Fisch war jedoch fast vollkommen verlassen. Die geschwänzten und schwanzlosen Cercarien bewegten sich nach allen Richtungen von dem Tier weg, und so fand ich schwanzlose Trematodenlarven an der äußersten Ecke des Deckgläschens, während die Schwänze dicht beim Fisch oder doch in unmittelbarer Nähe umherlagen. Da man keine Cercarien längere Zeit auf der Haut des Fisches sitzen und sich einbohren sieht, muß wohl ein vom Fisch ausgehender Reiz auf die Ferne das Abwerfen des Schwanzes bewirken. Es läßt sich dies auch nicht etwa so verstehen, daß längere Zeit ausgeschwärmte Cercarien leichter ihren Schwanz abwerfen, da Cercarien, die keinen Wirt finden, ihren Schwanz überhaupt nicht verlieren.

Beobachteten wir so das Verhalten der Cercarien bei verschiedenen der Infektion ausgesetzten Tieren, so interessiert uns nun die Frage, wie sie sich einem andern Gegenstand gegenüber verhalten, etwa einem Pflanzenstückchen von gleicher Größe und Dicke wie eine *Corethra*-Larve. Ein Stengelstückchen von Elodea canadensis wurde in derselben Weise wie die bisher zu Versuchen herangezogenen Tiere mit cercarienhaltigem Wasser auf dem Objektträger versehen. Schon nach kurzer Zeit sammelten sich auf seiner Oberfläche Cercarien an, krochen umher und entfernten sich wieder. Besonders schön ließ sich das Verhalten der Parasiten nach etwa einer Viertelstunde sehen. Schon mit freiem Auge nahm man nun in einiger Entfernung des Pflanzenteilchens einen Ring von Tieren wahr, dadurch entstanden, daß die von dem Objekt wegstrebenden Cercarien hier mit den hinstrebenden zusammentrafen und eine Zeitlang mit ihnen in einem Kreise umherschwärmten. Ein Festsetzen, der Parasiten und Abscheiden des Lösungssecretes konnte an dem Pflanzenstückchen nicht beobachtet werden. Für einen einzigen bei Beendigung des Versuches in einem Fall unter dem Pflanzenstengel gefundenen Schwanz ließ sich kein ehemaliger Besitzer ermitteln, so daß man wohl annehmen darf, daß er durch Beschädigung des Tieres, etwa mit der Pipette, losgerissen ist.

Fassen wir nun, am Schluß des ersten Teiles der Arbeit angelangt, nochmals kurz die Haupttatsachen zusammen, so sind es folgende: Als Wirtstiere kommen für *C. intermedia* nach dem Verlassen der Schnecke hauptsächlich Insektenlarven (*Corethra*, Ephemeriden, Agrioniden, Käferlarven) und Wasserasseln in Betracht. Auf ihrer Körperoberfläche angekommen, kriecht der Parasit kurze Zeit umher, setzt sich dann meistens an einer weichen Gelenkstelle fest, produziert mit seinen Stacheldrüsen ein Lösungssecret, wirft den Schwanz ab und dringt ein. Bei der Encystierung, die frühestens nach 1 Stunde erfolgt, finden wir, je nach dem Wirt, zwei charakteristische Cystenformen, dadurch entstanden, daß das Wirtstier einmal eine glashelle ovale (*Corethra*), das andre Mal eine braunschwarze runde (Ephemeriden) Außenhülle abscheidet. Während die Encystierung auch in einer toten *Corethra*-Larve stattfindet, war *C. intermedia* in einer toten Wasserkäferlarve nicht mehr fähig, eine Cyste zu bilden. In eine Daphnie dringt der Parasit wohl ein, doch kann er sich hier nicht encystieren. Ein *Culex*-Körper veranlaßt die Tiere zum Abscheiden des Lösungssecretes und Abwerfen des Schwanzes, ohne daß es gelingt den Panzer zu durchbrechen. Auch an einer kleinen *Planorbis*-Schale macht *C. intermedia* vergebens Versuche einzudringen und wirft den Schwanz ab, doch zeigt sich zugleich ein unsicheres Verhalten, indem die Parasiten sich zum Teil wieder entfernen. Der Schleim der Schnecke verklebt und tötet die Eindringlinge. Turbellarien werden nicht infiziert. Auf der Oberfläche eines Stichlings kriechen die Trematoden anfangs umher, werfen zum Teil nach langer Zeit ohne Eindringungsversuche ihren Schwanz ab und streben weit weg von dem Fisch. Auf einem Pflanzenstengel endlich kriechen die Parasiten umher, machen keine Eindringungsversuche, werfen keine Schwänze ab, sondern streben dann wieder von dem Objekt weg und bilden in einiger Entfernung schwärmend einen Kreis. Aus den obigen Beobachtungen können wir meiner Meinung nach folgende Schlüsse ziehen: *C. intermedia* kann auch auf geringe Entfernungen nicht Tiere von einem Pflanzenstengelstück oder untereinander unterscheiden. Auf jedem Gegenstand, der ihr in den Weg kommt, läßt sie sich nieder und kriecht darauf umher. Auf Chitinteilen setzt sie sich nach kurzem Umherkriechen fest und versucht sich vor allen Dingen an Gelenkstellen einzubohren[2]. Aus dem Verhalten auf der Schneckenschale geht

[2] Es wird also nicht genau von der Cercarie unterschieden, ob der richtige Wirt vorliegt, sondern sie dringt auch in Tiere ein, in denen sie sich nicht einkapseln kann und zugrunde gehen muß, wenn diese Tiere mit einem für den Trematoden durchdringbaren Chitinpanzer bedeckt sind.

hervor, daß die Parasiten sie wohl von einem Panzer ihres echten Wirtes unterscheiden, oder daß sie wenigstens die Härte des Körpers zu abweichendem Benehmen zwingt, wenn sie auch zunächst ebenso wie auf Chitin einzudringen versuchen. Pflanzenstengel können die Parasiten sehr wohl von einem Wirtstier unterscheiden, nachdem sie darauf umhergekrochen sind.

Behandelten wir bisher die Frage, wie *C. intermedia* ihren Wirt erkennt, so wollen wir uns nun darüber klar zu werden suchen, wie sie ihn findet. Schwerlich können wir uns zufrieden geben mit dem Gedanken, daß die Parasiten alles, was ihnen in den Weg kommt betasten, um selbst dann noch in viele Tiere vergebens einzudringen, da sie ihnen gar nicht als Wirt dienen können. Ist denn die Infektion des Wirtes bei *C. intermedia* tatsächlich eine so große Zufallsfrage, oder gibt es Einrichtungen in der Natur, die mit größerer Sicherheit für die Infektion des richtigen Wirtes sorgen? Die Frage muß dahin beantwortet werden, daß tatsächlich solche Einrichtungen bestehen, und wir wollen uns nun mit ihrer Untersuchung befassen.

Beobachtet man die schwärmenden Cercarien in einem Glase, so kann man sehen, daß sie sich an der dem Licht entgegengesetzten Seite ansammeln. Die Tiere sind also negativ phototaktisch. Außerdem zeigen sie jedoch noch ein ganz charakteristisches Verhalten.

Ab und zu schwärmen die Tiere wie eine Schar Tauben in die Tiefe oder wieder in die Höhe, um sich schließlich in der Hauptsache an der Wasseroberfläche aufzuhalten. Besonders deutlich fällt dieses Verhalten der Cercarien auf, wenn sehr viele Tiere an einem Fleck beisammen sind[3]. Es fragt sich nun, ob auf die so an einer Stelle des Zuchtglases versammelten Cercarien nicht von einem Wirtstier aus ein chemischer Reiz erfolgt, der die Parasiten anlockt. Um eine Antwort auf diese Frage zu erhalten, wurden folgende Versuche angestellt: Ein Pflanzenstengelstück und eine getötete *Corethra*-Larve wurden auf zwei Objektträgern stets in gleichen Abstand von einer Cercarienansammlung gebracht, und die Menge der ankommenden Parasiten wurde verglichen. Sie waren immer etwa gleich.

Der Tod der *Corethra*-Larven bietet für die Infektion kein Hindernis, im Gegenteil, die Parasiten können ungehinderter und rascher eindringen. Es kann also wohl von einer chemotaktischen Anlockung der Parasiten durch den Wirt bei *C. intermedia* keine Rede sein.

---

[3] Da die letztere Reaktion nicht mit der Sicherheit wie die oben beschriebene Phototaxis wirkt und da sie nicht genauer analysiert wurde, soll sie auf den folgenden Zeilen vernachlässigt werden, ohne daß dadurch ihre Bedeutung bestritten ist.

Etwas andres zeigte sich jedoch in den nun zu schildernden Versuchen sehr schön, nämlich, daß die negative Phototaxis der Cercarien direkt im Dienst der Infektion steht. Besonders schön läßt sich dies bei folgender Versuchsanordnung zeigen. Wählt man ein möglichst flaches Uhrschälchen (so wird der Einfluß der zweiten oben erwähnten Reaktion ausgeschaltet) und füllt es mit stark cercarienhaltigem Wasser an, so haben sich nach einigen Minuten die Parasiten an der Schattenseite angesammelt. Setzt man nun am cercarienfreien Ende eine *Corethra*-Larve zu, so kann man sehr schön beobachten, wie sie selbst ebenfalls ausgesprochen negativ phototaktisch reagiert. Immer wieder begibt sie sich in das Cercariengewimmel und ruht nicht eher, als bis sie sich, oft schon nach 2 Stunden, durch Masseninfektion den Tod geholt hat. Bei diesem Versuch spielt jedoch auch die Temperatur, wie überhaupt bei dem Schwärmen der Cercarien, eine große Rolle. Temperatur des Wassers von 18—24° C ist sehr geeignet, während bei geringerer Wärme der Versuch leicht mißlingen kann. Es kommt dies daher, daß die *Corethra*-Larven bei höheren Temperaturen deutlich negativ phototaktisch reagieren, während sie sonst träge an einem Fleck verharren. Besonders kommt diese Reaktionsweise zur Geltung, wenn wir zu dem oben beschriebenen Versuch noch einen Dunkelversuch anstellen. In letzterem Fall wird durch eine mit schwarzem Papier überklebte Glaskappe, die auf schwarzem Untergrund dicht aufsteht, der Zutritt des Lichtes verhindert und innerhalb kurzer Zeit eine Zerstreuung der Cercarien über den ganzen Raum bewirkt. Bei diesem Versuch war bei niedriger Temperatur das Ergebnis folgendes:

2. X. 1922. Wassertemperatur 15° C.

Versuch 1.	Versuch 2.
Versuchsdauer: von 12^{20} Uhr bis 5^{30} -	Versuchsdauer: von 1^{55} Uhr bis 5^{45} -
Ergebnis:	Ergebnis:
a. *Corethra* im Hellen: nicht infiziert.	a. *Corethra* im Hellen: nicht infiziert.
b. *Corethra* im Dunkeln: infiziert mit 42 Tieren, davon fast die Hälfte encystiert.	b. *Corethra* im Dunkeln: infiziert mit 29 Cercarien, davon ein Tier encystiert.

Der gleiche Versuch wurde wiederholt am 3. X. 1922 bei höherer Temperatur mit folgendem Ergebnis:

Versuch 1. 19,5 °C Wassertemp
Versuchsdauer:.
von 1 [33] Uhr
bis 2 [55] -.
Ergebnis:
a. Helltier:
Getötet von unzähligen Cercarien.
b. Dunkeltier:
infiziert mit 40 Tieren,
schwimmt noch umher.

Versuch 2. 18° C Wassertemp.
Versuchsdauer:
von 3 [10] Uhr
bis 6 -
Ergebnis:
a. Helltier:
Getötet von Cercarien:
70 nicht encystiert
88 encystiert.
b. Dunkeltier:
infiziert mit Cercarien:
52 nicht encystiert
15 encystiert, noch lebhaft.

Aus obigen Versuchen geht folgendes hervor: Bei niedriger Temperatur reagiert die *Corethra*-Larve träge. An der parasitenfreien Seite ins Uhrschälchen gesetzt, bewegt sie sich nicht weg und wird so im Hellen nicht infiziert. Im Dunkeln dagegen macht sie keine Abwehrbewegungen und schüttelt die vereinzelt auftreffenden Cercarien nicht ab. So kommt es, daß im einen Fall die Hälfte der eingedrungenen Cercarien encystiert ist, denn zur Encystierung sind doch durchschnittlich 2 Stunden nötig. Es ist dies also ein Zeichen dafür, daß von Anfang an gleichmäßig starke Infektion geherrscht hat. Das zweite Tier hat offenbar anfangs noch Abwehrbewegungen gemacht, als es jedoch ermüdete, setzte stärkere Infektion ein. Ganz anders ist das Verhalten, wenn die *Corethra*-Larven gut reagieren, bei höherer Temperatur. Im Hellen stehen sie dann derart unter dem Bann der negativen Phototaxis, däß sie ihrem Verderben nicht entrinnen und sich schon innerhalb 2 Stunden totinfizieren. Daraus, daß die Zahl der encystierten Tiere gleichgroß ist wie die der eingedrungenen nicht encystierten, geht hervor, daß sich die Fliegenlarve der großen Cercarienmenge von Anfang an nicht erwehren konnte. Das Dunkeltier reagiert nun auch lebhafter und kann noch anfangs Herr werden über die geringe Zahl der Parasiten. Erst später, wenn es ermüdet, dringen mehr Cercarien ein.

Wären nun die Infektionsbedingungen im Freien ebenso wie hier im Versuch, so müßten an einem heißen Tag alle *Corethra*-Larven totinfiziert werden, und dem Parasiten wäre mit einem solchen Mechanismus gar nicht gedient, denn er müßte selbst zugrunde gehen. Dem ist jedoch nicht so. Schon wenn wir eine nicht so flache Schale oder ein tieferes Gefäß nehmen, können wir uns davon überzeugen, daß keine *Corethra*-Larve mehr totinfiziert wird, ja es

sind nun auffallend wenige Tiere, die überhaupt Parasiten in ihrem Innern enthalten. Es zeigt sich hier auch besonders ein Unterschied in der Infektion verschiedener Tiere. So waren in einem Fall in einem flachen Aquarium *Corethra*- und Ephemeridenlarven 3 Tage lang den Cercarien ausgesetzt mit folgendem Ergebnis (die Zahl drückt die Menge der jeweils in einem Tier gefundenen Parasiten aus):

Corethra: 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0;
Ephemeriden: 2, 9, 0, 3, 1, 0, 0, 2, 0, 0, 14, 0, 0, 0, 2, 1, 0.

Es waren also in diesem Fall die Infektionsbedingungen für die *Corethra*-Larven ungünstig, für die Ephemeridenlarven günstiger.

Daß auch das Verhalten der einzelnen Individuen ein und derselben Art außerordentlich verschieden sein kann, geht aus folgendem Infektionsversuch hervor.

Nach fünfstündiger Infektionszeit waren von neun den gleichen Infektionsbedingungen ausgesetzten *Corethra*-Larven:

2 getötet (mit Cysten und Cercarien), im Innern dicht besetzt,
1 Tier enthielt 3 Cysten,
1 - - 1 Cyste,
1 - war mit 2 nicht encystierten Cercarien infiziert,
4 Tiere waren infektionsfrei.

Daß in diesem Fall lediglich das Reagieren der einzelnen Individuen von ausschlaggebender Bedeutung ist, geht daraus hervor, daß die vier hier nicht infizierten Tiere in kurzer Zeit unter dem Deckgläschen festgeklemmt, der Infektion ausgesetzt, getötet waren.

Gehen wir nun zum Schluß nochmals kurz auf die Bedeutung der negativen Phototaxis für die Infektion bei *C. intermedia* ein, so weist dieser richtende Reiz dem Parasiten die Gegend im freien Wasser an, wo er seine dem gleichen Reize unterliegenden Wirte findet. Auf diese trifft er frei umherschwärmend im Wasser auf, kriecht auf ihrer Oberfläche umher und dringt in sie ein. Ließ uns hier schon die genauere Untersuchung nur eines richtenden Reizes, der Phototaxis, bei einer einzigen Cercarienart einen Einblick in den Mechanismus der Infektion gewinnen, so steht zu erwarten, daß bei andern Trematodenlarven andre richtende Reize die Infektion vermitteln und nur einen ganz bestimmten Kreis von Tieren als Wirte in Betracht kommen lassen. Wir sehen also, daß die Tropismen, deren Verbreitung bei den Protozoen vor allen Dingen genauer bekannt ist, bei den niederen Würmern ebenfalls eine große Rolle spielen.

Literaturverzeichnis.

Jennings, Das Verhalten der niederen Organismen. Leipzig u. Berlin, Teubner, 1910.

Kafka, Tierpsychologie. Handb. d. vergl. Psychologie. Bd. 1. Abt. 1. Verlag von Ernst Reinhardt in München 1922.

Loeb, Jacques, Tropismen. In: Wintersteins Handb. d. vergl. Physiol. 4. Bd. Reizaufnahme, Reizleitung, Reizbeantwortung. S. 451—519. Jena 1913.

Lühe, Trematoden. In: Brauers Süßwasserfauna von Deutschland. Bd. 17. G. Fischer, 1909.

Schwarze, Die postembryonale Entwicklung der Trematoden. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1886. 43. Bd. S. 41—86.

Ssinizin, Beiträge zur Naturgeschichte der Trematoden. Die Distomen der Fische und Frösche der Umgebung Warschaus. Warschau, 1905. (Russisch.) — Nach dem Referat von Schulz in: Zool. Centralbl. 1906. Bd. 13. S. 681—689.

Strasburger, Lehrbuch der Botanik. S. 247. Jena, G. Fischer, 1913.

Wunder, Bau, Entwicklung und Funktion des Cercarienschwanzes. Zool. Jahrb. Abtlg. Physiol. 1923. — Dortselbst ausführlichere Literatur.

—— Über die Encystierung von *Cercaria tuberculata*. Zool. Anz. Bd. LVI. 1923.

4. Die genetischen Elemente der Ameisenfauna des russischen Turkestan.

Von N. N. Kusnezow.

Zoologisches Kabinett der wirbellosen Tiere der Turkestanischen Staatsuniversität Taschkent, Turkestan, Rußland. Direktor Prof. A. L. Brodsky.)

Eingeg. 25. Januar 1923.

Wenn wir eine detaillierte Analyse der Fauna einer beliebigen territorialen Einheit machen, kommen wir zu der Überzeugung, daß die zu ihrem Bestande gehörenden Formen sich voneinander sowohl durch den Ort ihres Emporkeimens als auch durch den Zeitpunkt unterscheiden, wo die Abzweigung der gegebenen Formen vom gemeinsamen Mutterstamm stattfand[1], wobei es sich erweist, daß diese Formen ungeachtet des Vorhandenseins »individueller« Besonderheiten systematischen oder geographischen Charakters bei einer jeden solchen Form in verschiedene Gruppen zerfallen, von denen eine jede mehr oder weniger ähnliche Elemente in sich schließt.

Gerade diese Gruppen von systematischen Einheiten, die chronologisch fast gleichzeitig und dem Orte ihre Emporkeimens nach einander ähnlich sind, nenne ich auch genetische Elemente, die sich auf solche Weise als die Grundbestandteile der Fauna (oder der Flora, was im gegebenen Falle dasselbe ist) eines beliebigen Rayons

[1] Das Prinzip der polytopischen (an verschiedenen Stellen unabhängiger) Bildung neuer Arten, das von einigen Autoren hervorgehoben wird (Берг, Л. С.- Номогенез. Петроград, 1922, стр. 238 и след.) ist für die Ameisenfauna Turkestans nicht anwendbar.